

Rodapiés de materiales compuestos como protecciones en obras según UNE-EN-13374

N. González García , A. Cobo Escamilla

*Escuela Universitaria de Arquitectura Técnica de Madrid.
Avda. Juan de Herrera, 6, 28040 Madrid. 91 336 75 69
gonzalez.gar@euatm.upm.es.*

1. Introducción

Resulta significativo que, a pesar del enorme coste económico y social que suponen los accidentes en obras de construcción, no se haya avanzado prácticamente nada en cuanto a las medidas de protección a adoptar. Se emplean como protecciones colectivas materiales y disposiciones tradicionalmente aceptadas, incluso sabiendo que han fallado en los casos en que han entrado en servicio.

En España no existe normativa específica de obligado cumplimiento en el campo de las protecciones colectivas de obras. Sólo existen contadas Normas UNE relativas a algunos tipos de elementos, siendo usual que los técnicos relacionados con la Prevención y la Seguridad en Obras utilicen las normas UNE como referencias de obligado cumplimiento.

El Comité Técnico CEN/TC53 "Equipos de Trabajo Temporales" ha elaborado la Norma Europea UNE-EN-13374 de título *Temporary edge protections systems - Product specification, test methods*. La Norma ya existe en versión española con título *Sistemas provisionales de protección de borde. Especificaciones del producto, métodos de ensayo* [1]. En la Norma, existente se especifican los requisitos de comportamiento, los métodos de ensayo y las condiciones geométricas de los elementos que componen los sistemas provisionales de protección de borde de forjados.

Los sistemas empleados como barandillas en muchos casos no incorporan el rodapié. En otros casos, este elemento es de madera y durante el transcurso de la obra se utiliza para otros fines, desapareciendo de la protección.

Los materiales compuestos ofrecen una alternativa eficaz a muchas aplicaciones como protecciones colectivas, debido fundamentalmente a su bajo peso lo que facilita su transporte, colocación y retirada, abaratando el coste de la solución. Además, estructuralmente son idóneos para estas aplicaciones, donde las acciones se producen en forma de impacto, debido a su facilidad para absorber energía [2-6].

En este trabajo se analiza el comportamiento de rodapiés realizados con un material compuesto a partir de las prescripciones de la Norma *Sistemas provisionales de protección de borde. Especificaciones del producto, métodos de ensayo*.

2. Materiales empleados

Se han ensayado rodapiés formados por un material compuesto constituido por una resina y fibra de vidrio.

Su fabricación se ha realizado de modo manual, aplicando la resina sobre un molde, añadiendo las fibras de vidrio y pasando un cepillo o rodillo para apisonar las fibras contra la matriz. Para rigidizar el conjunto y hacer posible su fijación al forjado, se embebe en el material compuesto una pletina de acero.

En la figura 1 se muestra una fotografía del rodapié anclado al forjado en una situación real.

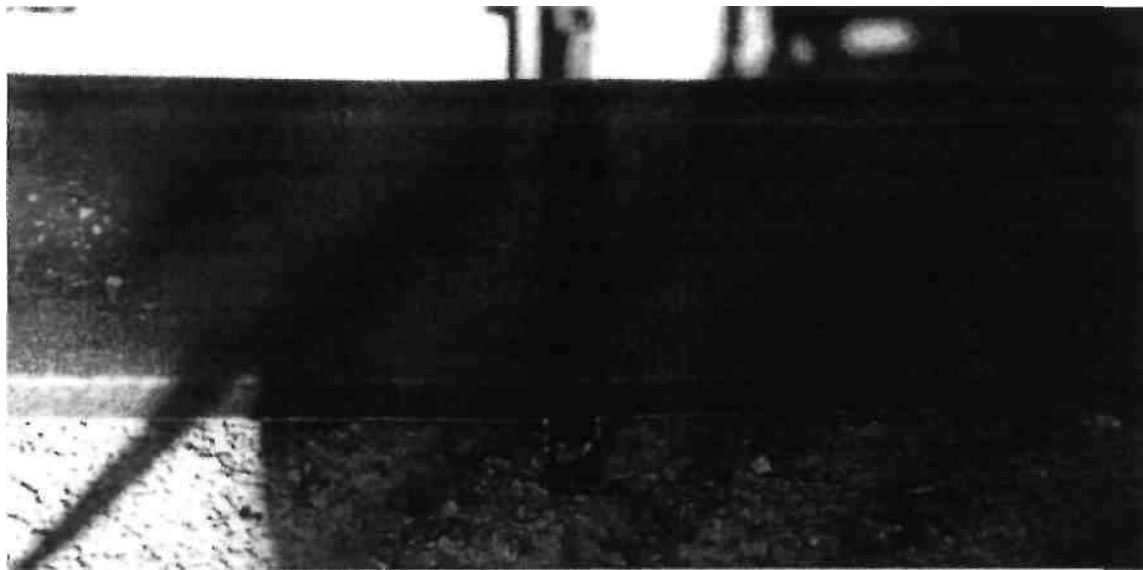


Figura 1. Rodapié colocado en obra

3. Trabajo experimental realizado y resultados obtenidos

Los ensayos, para evaluar el comportamiento del elemento cuando forma parte de sistemas de protección de borde clase A, se han realizado en el Laboratorio de Materiales de Construcción de la Escuela Universitaria de Arquitectura Técnica de Madrid.

Para la comprobación en Estados Límites Últimos, se han aplicado cargas de 0,37 kN en la posición más desfavorable. Esta carga es la equivalente a una acción de 0,2 kN, con un coeficiente de mayoración de acciones de 1,5 y un coeficiente de minoración de la resistencia de los materiales de 1,25. Este último coeficiente es el correspondiente a materiales metálicos frágiles y se ha escogido a pesar de la altísima ductilidad de los materiales empleados debido al posible fallo frágil de la unión entre el material compuesto y las pletinas metálicas.

Para la comprobación en Estados Límites de Servicio, se ha aplicado una carga de 0,2 kN y se ha comprobado que el desplazamiento experimentado es inferior a 55 mm.

Se han evaluado las tres situaciones siguientes que son las más desfavorables:

a Carga aplicada en una posición equidistante entre dos pletinas. Es la situación donde se produce el máximo momento flector en el material compuesto y el máximo desplazamiento del sistema.

□ Carga aplicada en el material compuesto en una sección adyacente a la fijación en la pletina. Se produce el máximo cortante entre el material compuesto y la pletina.

o Carga aplicada directamente sobre la pletina. Se produce la máxima sollicitación en la pletina y en el anclaje.

Para facilitar la aplicación de las cargas se ha anclado el rodapié a una pared, de este modo las cargas perpendiculares al mismo actúan ahora de modo vertical. Se ha colocado un flexímetro para medir los desplazamientos. Las cargas se han aplicado mediante la superposición de probetas cúbicas y cilíndricas de hormigón. Después de cada escalón de carga se ha procedido al registro de los desplazamientos.

Carga aplicada en el punto medio entre dos pletinas.

En la Tabla 1 se dan los valores obtenidos en el ensayo.

Tabla 1. Resultados carga desplazamiento

Carga (kN)	0,12	0,18	0,24	0,35	0,38	0,47	0,50
Desplazamiento (mm)	3,9	6,0	7,8	14,3	16,7	25,2	*

La carga de 0,50 kN no produce la rotura instantánea del sistema pero produce desplazamientos crecientes que provocan la rotura.

Carga aplicada junto a la pletina de fijación

Los resultados del ensayo se dan en la tabla 2.

Tabla 2. Resultados carga desplazamiento

Carga (kN)	0,18	0,38	0,50
Desplazamiento (mm)	7,2	16,0	*

De nuevo la carga de 0,50 kN no produce la rotura de forma instantánea pero provoca desplazamientos crecientes hasta rotura. En la Figura 2 se muestra el sistema cuando se ha aplicado una carga de 0,38 kN.

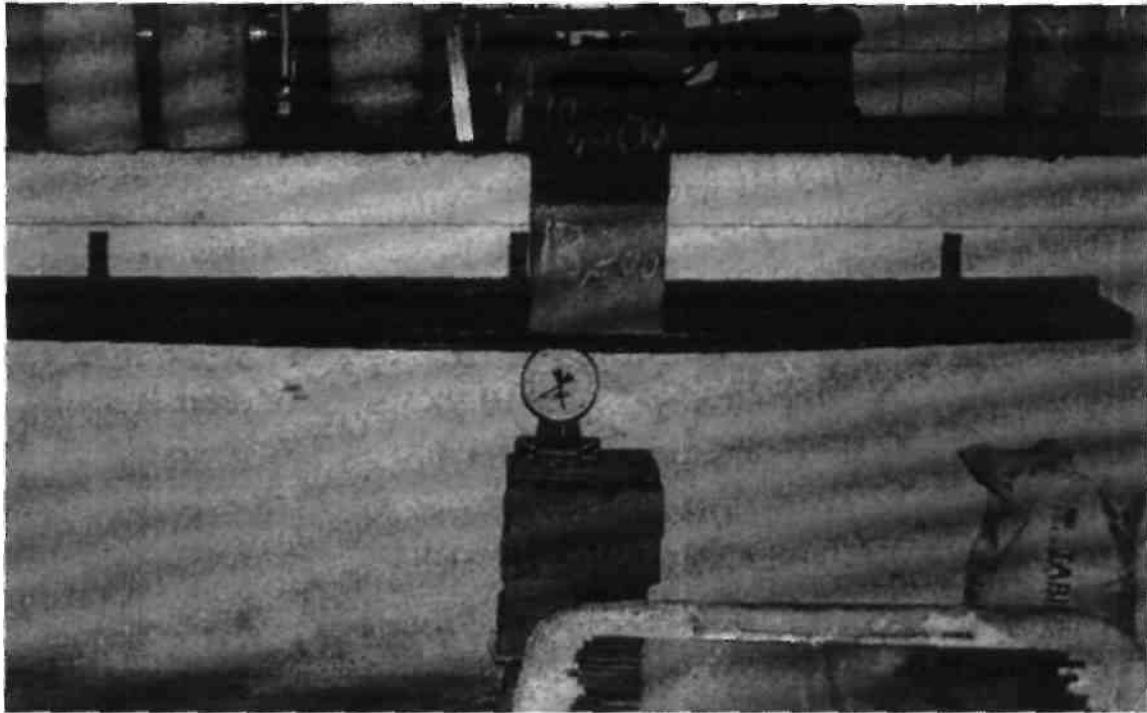


Figura 2. Aplicación de cargas.

Carga aplicada directamente sobre la pletina Los resultados se pueden consultar en la Tabla 3.

Tabla 3. Resultados carga desplazamiento.

Carga (kN)	0,18	,0,30	0,38
Desplazamiento (mm)	9,5	15,0	*

En este caso la carga que provoca la rotura debido a los grandes desplazamientos que se producen es de 0,38 kN.

4. Discusión de los resultados y conclusiones

Los materiales compuestos constituidos por una matriz de tipo polimérica reforzada con fibras sintéticas presentan indudables ventajas frente a otros materiales tradicionales cuando se emplean como elementos de protecciones colectivas. Su menor peso facilita las operaciones de montaje y su gran capacidad de absorber energía los hace idóneos frente a acciones de impacto.

Después de ensayar un rodapié formado por un material compuesto, se ha comprobado que supera, para clasificar al rodapié como parte integrante de un sistema de protección clase A, los ensayos prescritos por la Norma Europea *Sistemas provisionales de protección de borde. Especificaciones del producto, métodos de ensayo.*

Si se comparan los cocientes entre carga y desplazamiento producido en las tres condiciones de ensayo, se obtienen valores similares, lo cual evidencia que no existen grandes diferencias en cuanto a la rigidez en las tres condiciones ensayadas.

El punto más débil de la solución anterior es la unión entre el material compuesto y la pletina metálica. Es importantísimo cuidar esa zona en el diseño y la fabricación.

5. Referencias

1. U N E-E N-13374, *Sistemas provisionales de protección de borde. Especificaciones del producto, métodos de ensayo*, (2004).
2. A. Miravete de Marco, *Los nuevos materiales en la construcción*, Ed. A. Miravete, Zaragoza, (1994).
3. P. Antequera Benítez, L. Jiménez Cano, A. Miravete de Marco, *Los materiales compuestos de fibra de vidrio*, Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Zaragoza, Zaragoza, (1991).
4. P. Antequera Benítez, L. Jiménez Cano, A. Miravete de Marco, *Cálculo y diseño de estructuras de materiales compuestos de fibra de vidrio*, Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Zaragoza, Zaragoza, (1993).
5. A. Miravete de Marco, *Materiales compuestos en la construcción: Introducción*, *Materiales de Construcción*, 47 (247-248) (1997), 5-9.
6. M. Olivares Santiago, C. Galán Marín, J. Roa Fernández, *Los composites: características y aplicaciones en la construcción*, *Informes de la Construcción*, 54 (484) (2003), 45-62.

6. Agradecimientos

Los autores desean agradecer la financiación aportada por el Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Madrid, la ayuda de la empresa Safenet S.L. a la hora de facilitar las muestras para ensayar y la disponibilidad del Laboratorio de Materiales de Construcción de la Escuela Universitaria de Arquitectura Técnica de Madrid.